

INFRASTRUKTUR

PENGOLAHAN LIMBAH CAIR RUMAH TANGGA DENGAN METODE KOLAM OKSIDASI

Domestic Liquid Waste Disposal Process With Oxidation Pond Method

Vera Wim Andiese

Jurusan Teknik Sipil Universitas Tadulako-Jalan Soekarno Hatta Km. 8 Palu 94118, Email : wiwin_01@yahoo.com

ABSTRACT

The increase of human activities in domestic leads to the increase of liquid waste. This waste is organic which is left from food and detergent that contain of phosphor. Liquid waste can enhance the amount of BOD and pH of water. This condition causes pollution which is harmful for human and environment. Oxidation Pond is one of methods that can be used to process the domestic liquid waste. This pond consists of series of ponds that are used to purify the liquid waste in order to make it harmless to the environment. This technology is predominance as it is a simple construction, easy to design and to reform if the ground is needed to be replaced

Keywords : oxidation pond, liquid waste, BOD (biochemical oxygen demand), pH

ABSTRAK

Meningkatnya kegiatan manusia dalam rumah tangga mengakibatkan bertambahnya jumlah limbah cair. Sumber limbah cair rumah tangga bersifat organik yaitu dari sisa sisa makanan dan deterjen yang mengandung fosfor. Limbah cair dapat meningkatkan kadar BOD (Biochemical Oxygen Demand) dan pH air . Keadaann tersebut menyebabkan terjadinya pencemaran yang banyak menimbulkan kerugian bagi manusia dan lingkungan. Kolam oksidasi merupakan salah satu cara yang bisa digunakan untuk dapat mengolah limbah cair rumah tangga. Kolam ini terdiri dari serangkaian kolam yang bertujuan untuk menjernihkan limbah cair sehingga tidak berbahaya bagi lingkungan. Keunggulan teknologi ini dalam pengolahan limbah cair, yaitu konstruksi sederhana, mudah dirancang dan diubah jika diperlukan perubahan tanah

Kata Kunci : kolam oksidasi, limbah cair, BOD (*Biochemical Oxygen Demand*), pH

PENDAHULUAN

a. Latar Belakang

Manusia dalam kehidupannya sehari-hari tidak lepas dari berbagai aktivitas yang dapat menyebabkan bertambahnya kuantitas limbah cair dan salah satu sumber penghasilnya adalah rumah tangga. Meningkatnya aktivitas manusia di rumah tangga menyebabkan semakin besarnya volume limbah yang dihasilkan dari waktu ke waktu. Volume limbah rumah tangga meningkat 5 juta m³ pertahun dengan peningkatan kandungan rata-rata 50% (Haryoto, 1999 dalam Yusuf, 2008). Keadaan tersebut menyebabkan terjadinya pencemaran yang banyak menimbulkan kerugian bagi manusia dan lingkungan.

Sumber utama air limbah rumah tangga dari masyarakat berasal dari Indonesia membuang ratusan ribu ton deterjen yang mengandung fosfor serta bahan organik seperti sisa makanan, dan sebagainya ke saluran air, yang akibatnya juga mencemarkan perairan (Khiatuddin, 2003). Air limbah yang mengandung bahan organik dapat membusuk atau terdegradasi oleh mikroorganisme

sehingga bila dibuang ke badan air akan meningkatkan populasi mikroorganisme, sehingga akan menaikkan kadar BOD sedangkan sabun dan deterjen yang mengakibatkan naiknya pH air

Kolam oksidasi merupakan salah satu cara yang bisa digunakan untuk dapat mengolah limbah cair rumah tangga. Kolam ini terdiri dari serangkaian kolam yang bertujuan untuk menjernihkan limbah cair sehingga tidak berbahaya bagi lingkungan. Keunggulan teknologi ini dalam pengolahan limbah cair, yaitu konstruksi sederhana, mudah dirancang dan diubah jika diperlukan perubahan tanah, mampu memulihkan pencemaran berat, tetapi dengan masa penahanan yang lebih lama, dapat tetap berfungsi walaupun limbah yang masuk beragam, seperti limbah peternakan, limbah rumah tangga, dan limbah domestik lainnya, menghasilkan ganggang (alga) yang mengandung protein tinggi, yang dapat dimanfaatkan untuk usaha perikanan dan biaya pemeliharaan relatif murah. Penulis berkeinginan untuk menguraikan tentang kolam oksidasi sebagai kolam pengolahan limbah cair rumah tangga.

b. Limbah Cair

Limbah cair merupakan gabungan atau campuran dari air dan bahan-bahan pencemar yang terbawa oleh air, baik dalam keadaan terlarut maupun tersuspensi yang terbuang dari sumber domestik (perkantoran, perumahan, dan perdagangan), sumber industri, dan pada saat tertentu tercampur dengan air tanah, air permukaan, atau air hujan (Soeparman dan

Suparmin, 2002). Sesuai dengan sumber asalnya, maka limbah cair mempunyai komposisi yang sangat bervariasi dari setiap tempat dan waktu, kualitas limbah cair menunjukkan spesifikasi limbah yang diukur dari jumlah kandungan bahan pencemar didalam limbah cair. Dalam suatu analisis ternyata air limbah mempunyai sifat yang dapat dibedakan menjadi tiga bagian besar diantaranya (Sugiharto,1987) :

Tabel 1. Sifat-sifat fisik, kimia, biologis dan air limbah serta sumber asalnya

Sifat-sifat Air Limbah	Sumber Asal Limbah
Sifat Fisik :	
Warna	Air buangan rumah tangga dan industri serta bangkai organisme
Bau	Pembusukan air limbah dan limbah industri
Endapan	Penyediaan air minum, air limbah rumah tangga dan industri, erosi tanah, aliran air rembesan
Temperatur	Air limbah rumah tangga dan industri
Kandungan bahan kimia	Air limbah rumah tangga dan industri
organik :	
Karbohidrat	Air limbah rumah tangga, perdagangan serta limbah industri
Minyak, lemak, gemuk	Air limbah rumah tangga, perdagangan serta limbah
Pestisida	Industri
Fenol	Air limbah pertanian
Protein	Air limbah industri
Deterjen	Air limbah rumah tangga, perdagangan
Lain-lain	Air limbah rumah tangga, industri Bangkai bahan organik
Nonorganik	
Kesadahan	Air limbah dan air minum rumah tangga serta rembesan air tanah
Klorida	Air limbah dan air minum rumah tangga serta

(Sumber : Sugiharto,1987)

Banyak macam senyawa kimia yang terkandung dalam limbah cair, sehingga adalah tidak mungkin untuk membuat daftar dari kandungan tiap macam senyawa kimia tersebut, maka

karakteristik limbah cair biasanya dinyatakan dengan parameter lain, adapun bahan pencemar yang dibuang dari limbah cair rumah tangga dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Jumlah rata-rata bahan pencemar yang dibuang melalui air limbah rumah tangga (penghuni 2 orang)

Pencemar	Air Seni	Mandi, Cuci dan Dapur
Penyakit menular	Sedikit atau nihil	Sedikit
Fosfor (mg/hari)	2,47	0,38-1,23
Nitrogen (mg/hari)	27,40	2,47
Kalium (mg/hari)	6,30	1,37
Bahan organik yang berbahaya bagi lingkungan	Sisa-sisa obat	Kemungkinan ada
Air kotor (termasuk untuk membersihkan (kg/hari)	60-100	250-500

c. Pengolahan Limbah Cair Secara Biologi

Berbagai teknik pengolahan air buangan untuk menyisihkan bahan polutannya telah dicoba dan dikembangkan selama ini. Teknik-teknik

pengolahan air buangan yang telah dikembangkan tersebut diantaranya adalah pengolahan secara biologi. Proses pengolahan biologi merupakan proses pengolahan air limbah dengan memanfaatkan

aktivitas pertumbuhan mikroorganisme yang berkontak dengan air limbah, sehingga mikroorganisme tersebut dapat menggunakan materi organik pencemar yang ada sebagai bahan makanan dalam kondisi lingkungan tertentu dan mendegradasi atau menstabilisasinya menjadi bentuk yang lebih sederhana. Pada dasarnya, reaktor pengolahan secara biologi dapat dibedakan atas dua jenis, yaitu:

- Reaktor pertumbuhan tersuspensi (*suspended growth reaktor*)
- 2. Reaktor pertumbuhan lekat (*attached growth reaktor*).

Mikroorganisme tumbuh dan berkembang dalam keadaan tersuspensi di dalam reaktor pertumbuhan tersuspensi. Proses lumpur aktif yang banyak dikenal berlangsung dalam reaktor jenis ini. Proses lumpur aktif terus berkembang dengan berbagai modifikasinya, antara lain: *oxidation ditch* dan kontak-stabilisasi. Dibandingkan dengan proses lumpur aktif konvensional, *oxidation ditch* mempunyai beberapa kelebihan, yaitu efisiensi penurunan BOD dapat mencapai 85%-90% (dibandingkan 80%-85%) dan lumpur yang dihasilkan lebih sedikit. Selain efisiensi yang lebih tinggi (90%-95%), kontak stabilisasi mempunyai kelebihan yang lain, yaitu waktu detensi hidrolisis total lebih pendek (4-6 jam). Proses kontak-stabilisasi dapat pula menyisihkan BOD tersuspensi melalui proses absorpsi di dalam tangki kontak sehingga tidak diperlukan penyisihan BOD tersuspensi dengan pengolahan pendahuluan. Kolam oksidasi dan lagun, baik yang diaerasi maupun yang tidak, juga termasuk dalam jenis reaktor pertumbuhan tersuspensi. Di dalam lagun yang diaerasi cukup dengan waktu detensi 3-5 hari saja (Ginting, 2007).

Mikroorganisme tumbuh di atas media pendukung dengan membentuk lapisan film untuk melekatkan dirinya di dalam reaktor pertumbuhan lekat. Berbagai modifikasi telah banyak dikembangkan selama ini, antara lain:

- trickling filter
- cakram biologi
- filter terendam
- reaktor fludisasi

Seluruh modifikasi ini dapat menghasilkan efisiensi penurunan BOD sekitar 80%-90%. Ditinjau dari segi lingkungan dimana berlangsung proses penguraian secara biologi, proses ini dapat dibedakan menjadi dua jenis:

- Proses aerob, yang berlangsung dengan hadirnya oksigen;
- Proses anaerob, yang berlangsung tanpa adanya oksigen.

Apabila BOD air buangan tidak melebihi 400 mg/L, proses aerob masih dapat dianggap lebih ekonomis dari anaerob. Pada BOD lebih tinggi dari 400 mg/L, proses anaerob menjadi lebih ekonomis. Dalam prakteknya saat ini, teknologi pengolahan limbah cair mungkin tidak lagi sesederhana seperti dalam uraian diatas. Namun pada prinsipnya, semua limbah cair yang dihasilkan harus melalui beberapa langkah pengolahan sebelum dibuang ke lingkungan atau kembali dimanfaatkan dalam proses produksi, sehingga uraian diatas dapat dijadikan sebagai acuan (Ginting, 2007).

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan untuk mengolah limbah cair rumah tangga dengan metode kolam oksidasi. Kolam oksidasi merupakan salah satu cara yang bisa digunakan untuk dapat mengolah limbah cair rumah tangga. Kolam ini terdiri dari serangkaian kolam yang bertujuan untuk menjernihkan limbah cair sehingga tidak berbahaya bagi lingkungan. Keunggulan teknologi ini dalam pengolahan limbah cair, yaitu konstruksi sederhana, mudah dirancang dan diubah jika diperlukan perubahan tanah

Kolam oksidasi dirancang dengan konstruksi sederhana, yang dirancang dan diubah jika diperlukan perubahan tanah, mampu memulihkan pencemaran berat, tetapi dengan masa penahanan yang lebih lama, dapat tetap berfungsi walaupun limbah yang masuk beragam, seperti limbah peternakan, limbah rumah tangga, dan limbah domestik lainnya, menghasilkan ganggang (*alga*) yang mengandung protein tinggi, yang dapat dimanfaatkan untuk usaha perikanan dan biaya pemeliharaan relatif murah. Penulis berkeinginan untuk menguraikan tentang kolam oksidasi sebagai kolam pengolahan limbah cair rumah tangga

HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Kolam Oksidasi

Pada proses pengolahan air limbah secara biologis, selain proses dengan biakan tersuspensi dan proses dengan biakan melekat, proses lain yang sering digunakan adalah kolam (*pond*) dan lagun. *Pond* atau kolam air limbah sering disebut kolam stabilisasi (*stabilization pond*) atau kolam oksidasi (*oxidation pond*). Lagun untuk air limbah biasanya terdiri dari kolam tanah yang luas, dangkal atau tidak terlalu dalam dimana air limbah dimasukkan kedalam kolam tersebut dengan waktu tinggal yang cukup lama agar terjadi pemurnian secara

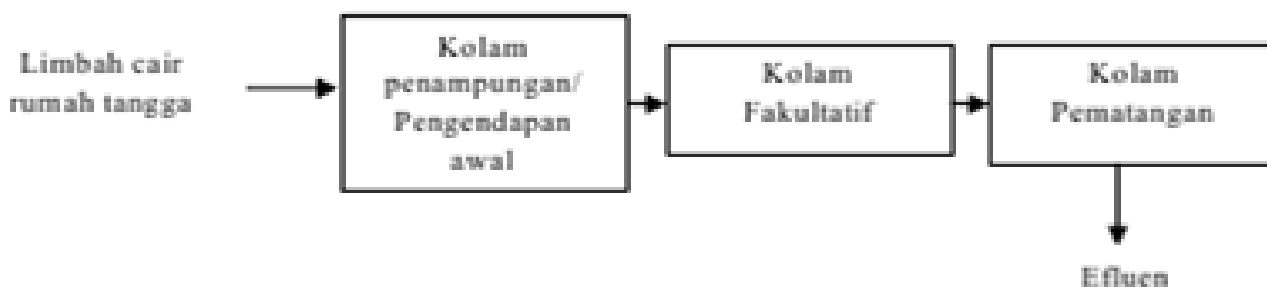
biologis alami sesuai dengan derajat pengolahan yang ditentukan.

Sistem *pond* atau lagun paling tidak sebagian dari sistem biologis dipertahankan dalam kondisi aerobik agar didapatkan hasil pengolahan sesuai yang diharapkan. Meskipun suplai oksigen sebagian didapatkan dari proses difusi dengan udara luar, tetapi sebagian besar didapatkan dari proses difusi hasil fotosintesis. Lagun dapat dibedakan dengan *pond* (kolam) dimana untuk lagun suplai oksigen didapatkan dengan cara aerasi buatan sedangkan untuk *pond* (kolam) suplai oksigen dilakukan secara alami (Nusa, 2000). Kolam oksidasi mirip kolam dangkal yang luas, biasanya berbentuk empat persegi panjang dengan kedalaman 1-1,5 m. Pada proses ini, seluruh limbah cair diolah secara alamiah dengan melibatkan ganggang hijau, bakteri, dan sinar matahari. Kolam ini merupakan cara yang paling ekonomis untuk pengolahan limbah cair selama luas tanah memungkinkan dan harganya relatif murah. Keuntungan yang diperoleh dari sistem ini antara lain pemeliharanya mudah dan murah.

Bakteri fekal dan bakteri patogen hilang karena kekurangan makanan atau efek-efek lainnya yang tidak menguntungkan. Dengan demikian, periode tinggal limbah cair dalam kolam merupakan faktor yang menentukan walaupun faktor-faktor lainnya, seperti temperatur, radiasi sinar ultraviolet dan konsentrasi alga juga memegang peranan. Hasil penelitian menyimpulkan bahwa kecepatan

pengurangan bakteri terutama bergantung pada temperatur dan konsentrasi alga. Menaikkan kedua hal ini akan meningkatkan kecepatan pengurangan bakteri fekal. Dengan demikian kolam oksidasi merupakan cara yang dianjurkan untuk pengolahan limbah cair di negara-negara berkembang yang beriklim tropis, dimana tanah masih memungkinkan, kecuali bila cara pembuangan ke laut dapat lebih murah. Sebagai pedoman dapat digunakan 1 hektar luas kolam untuk 7.000 orang atau 0,7-2 m²/orang (Soeparman dan Suparmin, 2002).

Pada perencanaan sistem kolam oksidasi digunakan serangkaian kolam dalam pengolahan limbah cair yang terdiri dari kolam penampungan/pengendapan awal, kolam fakultatif, dan kolam pematangan. Masing-masing kolam memiliki fungsi tertentu. Sistem pengolahan limbah cair yang terjadi pada kolam adalah secara alamiah dengan memanfaatkan aktivitas mikroorganisme yang menggunakan materi yang terkandung didalam air limbah sebagai bahan makanan pada kondisi lingkungan tertentu dan mendegradasinya atau menstabilkannya menjadi bentuk yang sederhana. Dalam menentukan dimensi kolam maka digunakan volume limbah cair yang diperoleh dari hasil pengukuran dan perhitungan dari data yang diperoleh dilapangan. Masing-masing kolam memiliki dimensi yang berbeda sesuai peruntukannya.



Gambar 1. Skema pengolahan kolam oksidasi

Menurut Haryoto Kusnopranto, 1984 dalam Soeparman dan Suparmin, 2002 terdapat tiga jenis kolam yang digunakan, yaitu sebagai berikut :

- Kolam pengolahan pendahuluan secara anaerobik

Limbah cair akan melewati para-para yaitu saringan yang fungsinya untuk menyaring

sampah yang terbawa bersama limbah cair sebelum masuk ke kolam ini. Kolam ini juga difungsikan sebagai kolam pengendapan, karena air limbah yang berasal dari dapur banyak bercampur dengan sisa makanan. Proses pengendapan terjadi pada dasar kolam, yang diakibatkan berat sendiri partikel.

Kolam anaerobik beroperasi pada beban organik yang tinggi sebagai unit pertama dari

sistem kolam dan pencapaian pengurangan zat organik semata-mata karena proses anaerobik. Fungsi dari kolam ini mirip dengan septik tank terbuka. Periode tinggal adalah 1-5 hari dengan kedalaman 2-4 meter. Desain beban kolam berkisar antara 100-400 gram BOD/m²/hari, umumnya 250 gram BOD/m²/hari digunakan pada suhu di atas 20°C.

– Kolam fakultatif

Kolam fakultatif dioperasikan pada beban organik yang lebih rendah sehingga memungkinkan pertumbuhan alga pada lapisan atas kolam. Kolam fakultatif dapat digunakan sebagai unit pertama atau kedua dari suatu rangkaian kolam. Kolam ini memerlukan oksigen untuk oksidasi biologis dari bahan-bahan organik, terutama didapat dari hasil fotosintesis ganggang hijau. Periode tinggalnya berkisar antara 5-30 hari, dengan kedalaman 1-1,5 meter. Desain beban kolam umumnya 100-400 kg BOD/ha/hari, tergantung pada suhu kolam. (Soeparman dan Suparmin, 2002).

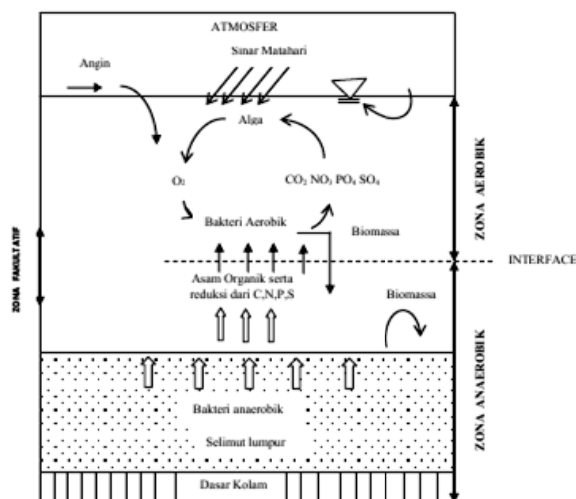
Pada perencanaan kolam fakultatif dianggap bahwa terjadi pengadukan sempurna hanya pada cairannya saja. Padatan yang ada di dalam air limbah akan mengendap di dasar kolam sehingga dianggap tidak tersuspensi seperti pada proses lumpur aktif (Nusa, 2000). Kolam ini memerlukan oksigen untuk oksidasi biologis dari bahan-bahan organik, terutama didapat dari hasil fotosintesis ganggang hijau. BOD yang dapat direduksi dalam kolam fakultatif antara 30-40 mg/L. Penyisihan zat organik 77-96%, nitrogen 40-95% dan fosfat 40 % (Nusa, 2000). Pada kolam ini terjadi proses gabungan antara sistem aerob dan anaerob. Kondisi aerob terjadi pada bagian permukaan kolam dan kondisi anaerob terdapat pada bagian dasar.

Diagram sistem biologi yang terdapat pada kolam fakultatif secara umum digambarkan seperti pada gambar 5. Kondisi aerobik terdapat pada bagian atas dari kolam. Oksigen terlarut didapatkan dari proses fotosintesis dari alga serta sebagian didapatkan dari difusi oksigen dari udara atau atmosfer. Kondisi stagnan didalam lumpur di daerah sekitar dasar kolam menyebabkan terhambatnya transfer oksigen ke daerah tersebut, sehingga menyebabkan kondisi anaerob. Batas antara zona aerobik dan anaerobik tidak tetap, dipengaruhi oleh adanya pengadukan oleh angin serta penetrasi sinar matahari. Jika angin

tidak terlalu terasa dan sinar matahari lemah maka lapisan anaerobik bergerak ke arah permukaan air. Perubahan siang dan malam juga dapat menyebabkan fluktuasi terhadap batas antara lapisan aerobik dan lapisan anaerobik. Daerah dimana oksigen terlarut terjadi fluktuasi disebut daerah fakultatif, karena mikroorganisme yang terdapat pada zona tersebut harus mampu menyesuaikan proses metabolismenya terhadap perubahan kondisi oksigen terlarut. Oksigen yang diperlukan untuk stabilitas zat organik dapat diambil dari empat sumber yaitu oksigen terlarut dalam limbah cair, oksigen dari hasil reaksi nitrat dan sulfatoksigen dari atmosfer, dan oksigen proses fotosintesis alga dalam kolam. Interaksi sangat kompleks juga terjadi pada daerah diantara zona tersebut. Asam organik dan gas yang dihasilkan oleh proses penguraian senyawa organik pada zona anaerobik akan diubah menjadi makanan bagi mikroorganisme yang ada pada zona aerobik.

Massa organisme yang terjadi akibat proses metabolisme pada zona aerobik karena gaya gravitasi akan mengendap ke dasar kolam dan akan mati, serta menjadi makanan bagi organisme yang terdapat pada zona anaerobik. Hubungan khusus yang terjadi antara bakteri dan alga didalam zona aerobik adalah bakteri menggunakan oksigen sebagai electron acceptor untuk mengoksidasi senyawa organik yang ada didalam air limbah menjadi senyawa produk yang stabil misalnya CO₂, NO₃⁻, dan PO₄⁻. Alga menggunakan produk-produk tersebut sebagai bahan baku dengan sinar matahari sebagai sumber energi untuk proses metabolisme dan menghasilkan oksigen serta produk akhir lainnya. Oksigen yang dihasilkan akan digunakan oleh bakteri dan seterusnya. Hubungan timbal balik saling menguntungkan tersebut dinamakan hubungan simbiosis.

Pada kolam ini juga terjadi pengendapan. Hasil metabolisme dari bakteri juga mengeluarkan sisa berupa polimer (*extra cellular polymer*) yang bermuatan negatif (*poly electrolyte anion*.) Polimer alamiah ini mampu mengikat partikel-partikel kecil yang tidak terpengaruh oleh gaya gravitasi. Polimer tersebut mengikat partikel-partikel sehingga menjadi kumpulan partikel yang lebih besar dan berat, sehingga setelah dapat dipengaruhi oleh gaya gravitasi, partikel tersebut secara perlahan-lahan akan turun ke dasar kolam.



Gambar 2. Sistem biologi pada kolam Fakultatif
(Sumber: Nusa, 2000)

– Kolam pematangan

Kolam pematangan menerima efluen yang berasal dari kolam fakultatif dan bertanggungjawab terhadap kualitas dari efluen akhir. Periode tinggal berkisar antara 5-10 hari dengan kedalaman kurang lebih 1,5 meter. Umumnya kolam ini didesain untuk pengurangan koliform yang berasal dari tinja daripada untuk pengurangan BOD. Sejumlah besar koliform akan dapat dihilangkan dalam waktu penahanan 5 hari. Pada kolam pematangan terjadi proses pematangan atau pembersihan terakhir air limbah dari pencemar berupa padatan tersuspensi, zat organik dan pengurangan bakteri. Kolam ini merupakan kolam pengolahan akhir dan dibuat lebih dangkal dari 2 kolam sebelumnya dengan tujuan agar sinar matahari dapat menembus keseluruhan lapisan air sehingga dapat mengurangi bakteri patogen.

Dalam kolam pematangan bakteri aerobik akan mengoksidasi bahan organik dengan menggunakan oksigen yang dihasilkan oleh alga dan oksigen yang terlarut dalam air, proses reaksi fotosintesis yang dilakukan oleh alga dapat ditulis sebagai berikut:

Bakteri : $\text{Bahan organik} + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$

Fotosintesis : $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{Cahaya Matahari}$

$\rightarrow \text{CH}_2\text{O} + \text{O}_2 + \text{H}_2\text{O}$

Kolam ini dibagi atas 2 sekat, sekat yang satunya difungsikan untuk tempat tanaman enceng gondok (*Eichornia crassipes*). Enceng gondok berperan pada proses pembersihan terhadap bakteri patogen dan penjernihan air.

Akar tanaman enceng gondok menghasilkan zat alleopathy (semacam keringat) yang merupakan antibiotika dan dapat membunuh bakteri coli. Enceng gondok dapat menurunkan konsentrasi warna dan TDS (*Total Disolved Solid*) dengan mengikat lingkungan (Mukti, 2008).

Air limbah dari kolam pematangan akan mengalir ke bak kontrol, setelah melewati filter yang berisi karbon aktif (arang batok kelapa) untuk menyerap partikel yang terhadap kualitas air misalnya ikan mas sebagai indikatornya.

b. Peranan Tanaman Air dalam Kolam Oksidasi

Tanaman air merupakan bagian dari vegetasi penghuni bumi ini, yang media tumbuhnya adalah perairan. Penyebarannya meliputi perairan air tawar, payau sampai ke lautan dengan beraneka ragam jenis, bentuk dan sifatnya. Jika memperhatikan sifat dan posisi hidupnya di perairan, tanaman air dapat dibedakan dalam 4 jenis, yaitu ;

- Tanaman air yang hidup pada bagian tepian perairan, disebut *marginal aquatic plant*.
- Tanaman air yang hidup pada bagian permukaan perairan, disebut *floating aquatic plant*.
- Tanaman air yang hidup melayang di dalam perairan, disebut *submerge aquatic plant*.
- Tanaman air yang tumbuh pada dasar perairan, disebut *the deep aquatic plant*.

Demikian pula yang dikemukakan oleh Reed (2005) dalam Yusuf (2008) bahwa proses pengolahan limbah cair dalam kolam yang menggunakan tanaman air terjadi proses penyaringan dan penyerapan oleh akar dan batang tanaman air, proses pertukaran dan penyerapan ion, dan tanaman air juga berperan dalam menstabilkan pengaruh iklim, angin, cahaya matahari dan suhu. Kemampuan tanaman air untuk menyerap bahan pencemar dari air limbah tidak diragukan lagi. Berkat kemajuan ilmu pengetahuan, manusia juga mampu menghitung kemampuan tersebut.

Berdasarkan pengamatan (Brix, 1994 dalam Khiatuddin, 2003), kemampuan sejumlah tanaman air untuk menyerap senyawa nitrogen dan fosfor dari air disajikan dalam Tabel 3 . Pada tabel tersebut dapat dilihat keunggulan tanaman *Eichornia crassipes* (eceng gondok) dalam menyerap senyawa nitrogen dan fosfor dari air tercemar. Tanaman eceng gondok sangat berpotensi untuk digunakan sebagai komponen utama pembersih air limbah dari berbagai industri dan rumah tangga. Karena kemampuannya yang besar, tanaman ini pernah

diteliti oleh NASA (Badan Antariksa AS) untuk digunakan sebagai tanaman pembersih air di pesawat ruang angkasa. Penelitian yang dilakukan oleh NASA di pembuangan air limbah industri dengan aliran 60.000 l/hari menunjukkan bahwa eceng gondok yang ditanam dalam saluran berliku-liku dengan dimensi panjang 250 m, lebar 12 m, dan dalam 0,8 m, sanggup membersihkan air diatas standar minimum yang dipersyaratkan (Little, 1979 dalam Khiatuddin, 2003) Pada skala laboratorium, tanaman air seperti eceng gondok dan Scirpus sanggup membersihkan bahan pencemar dalam air limbah untuk mencapai hasil yang setara dengan tahap ke tiga, seperti yang diperoleh oleh fasilitas yang berteknologi konvensional.

Tabel 3. Kemampuan tanaman air untuk menyerap bahan pencemar nitrogen dan fosfor.

Jenis tanaman	Kemampuan penyerapan (kg/hektar/tahun)	
	N	P
<i>Cyperus papyrus</i>	1.100	50
<i>Phragmites australis</i>	2.500	120
<i>Typha latifolia</i>	1.000	180
<i>Eichornia crassipes</i>	2.400	350
<i>Pistia stratiotes</i>	900	40
<i>Potamogeton pectinatus</i>	500	40
<i>Ceratophyllum demersum</i>	100	10

Sumber : Khiatuddin, 2003

Biomassa yang dihasilkan secara cepat oleh eceng gondok ini dapat digunakan untuk berbagai keperluan seperti makanan ternak, input industri dan kerajinan, media jamur, kompos, input reaktor gas bio, dan sebagainya (Soerjani, 1984 dalam Khiatuddin, 2003).

Penurunan kandungan koliform tidak terjadi secara langsung melalui proses penyerapan oleh tanaman air, melainkan melalui proses penguraian terlebih dahulu kemudian diikuti oleh proses penyerapan (Suriawiria, 1996). Sebagaimana diketahui bahwa koliform merupakan salah satu mikroorganisme fakultatif aerob yang memanfaatkan bahan-bahan organik di dalam perairan sebagai media tempat hidup. Melalui proses penyaringan, penguraian dan penyerapan bahan-bahan organik tersebut sebagian diantaranya mengalami perubahan bentuk menjadi lebih sederhana, dan yang lain diserap oleh tanaman air. Dalam keadaan demikian koliform tidak dapat lagi memanfaatkan bahan-bahan organik tersebut untuk kelangsungan hidupnya. Akibatnya

koliform mengalami kondisi kritis dan kematian, sehingga jumlahnya menjadi berkurang.

KESIMPULAN DAN SARAN

- Kolam Oksidasi merupakan suatu salah satu cara yang bisa digunakan dalam mengelola limbah cair yang berasal dari rumah tangga, karena konstruksinya sederhana, mudah dirancang dan efisien.
- Proses pengolahan limbah pada kolam oksidasi menggunakan proses biologi yaitu dengan memanfaatkan aktivitas pertumbuhan mikroorganisme yang berkontak dengan air limbah, sehingga mikroorganisme tersebut dapat menggunakan materi organik pencemar yang ada sebagai bahan makanan dalam kondisi lingkungan tertentu dan mendegradasi atau menstabilisasinya menjadi bentuk yang lebih sederhana.
- Kolam Oksidasi terdiri atas tiga bagian yaitu kolam penampungan pengendapan awal, kolam fakultatif dan kolam pematangan.
- Tanaman air sangat membantu proses pengolahan limbah pada kolam oksidasi, khususnya tanaman Eceng Gondok (*Eichornia crassipes*) dalam menyerap senyawa nitrogen dan fosfor dari air tercemar.

DAFTAR PUSTAKA

- Ginting, P., 2007, Sistem Pengelolaan Lingkungan dan Limbah Industri, Yrama Widya, Bandung.
- Khiatuddin, M., 2003, Melestarikan Sumber Daya Air Dengan Teknologi Rawa buatan. Cetakan Pertama. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Mukti, M Ahmad, 2008, Penggunaan Tanaman Eceng Gondok (*eichornia crassipes*) sebagai Pre-Treatment Pengolahan Air Minum pada Air Selokan Mataram (Online), (<http://www.rac.uir.ac.id>, 15 November 2009).
- Nusa, Idaman, 2000, Buku Air Limbah Domestik DKI: "Daur Ulang Air Limbah untuk Air Minum (Online), (<http://www.kelair.bppt.go.id>, diakses 22 Oktober 2009).
- Soeparman, H.M dan Suparmin, 2002, Pembuangan Tinja dan

Limbah Cair, Penerbit Buku Kedokteran,
Jakarta.

Sudarno dan Ekawati Dian, 2006, Analisis Kinerja
Sistem Instalasi Pengolahan Lumpur Tinja
Kota Magelang (Online),
(<http://www.pdfquenn.com>, diakses 15
November 2009)

Sugiharto, 1987, Dasar-Dasar Pengelolaan Air
Limbah. Cetakan Pertama. Universitas
Indonesia, Jakarta.

Suriawir U., 1996, Mikrobiologi Air. Alumni.
Bandung

Sutrisno Totok, C., 1987, Teknologi Penyediaan Air
Bersih. Rineka Cipta, Jakarta.

Yusuf, Guntur, 2008, Bioremediasi Limba Rumah
Tangga dengan Sistem Simulasi Tanaman
Air (Online), (<http://www.pdfquenn.com>,
diakses 15 November 2009)